

A ABORDAGEM DE QUESTÕES SOCIOCIENTÍFICAS EM AULAS DE QUÍMICA: REFLEXÕES SOBRE O PROCESSO DE APROPRIAÇÃO DE CONCEITOS SUBMICROSCÓPICOS NA EDUCAÇÃO DO CAMPO

Beatriz V. Schneider-Felicio

Universidade de São Paulo/Programa de Pós-Graduação Interunidades em Ensino de Ciências

Danilo Seithi Kato

Universidade Federal do Triângulo Mineiro/Departamento de Educação em Ciências, Matemática e Tecnologias

RESUMO: O objetivo deste trabalho é investigar o processo de apropriação de conceitos químicos submicroscópicos a partir de questões sociocientíficas (QSC). Os fundamentos teóricos e metodológicos da pesquisa estão apoiados nos pressupostos da perspectiva histórico cultural, principalmente na figura de autores como Vigotsky e Bakhtin. Os sujeitos da investigação são professores em formação inicial de uma Licenciatura em Educação do Campo, habilitação em Ciências Naturais e o objeto de análise foi a produção textual dos alunos em uma Atividade de ensino e aprendizagem, cuja situação-problema é baseada em uma QSC. Os resultados evidenciam o uso de conceitos como massa atômica, distribuição eletrônica, concentração e reatividade no embasamento do discurso textual dos licenciandos como forma de validar o posicionamento dos sujeitos frente à controvérsia sociocientífica.

PALAVRAS-CHAVE: questões sociocientíficas, Educação do Campo, ensino e aprendizagem em química, perspectiva sócio-histórico-cultural da Atividade.

OBJETIVOS: O presente trabalho é parte dos esforços de investigação de um grupo de pesquisa que busca a compreensão de aspectos sobre os processos de ensino-aprendizagem de conceitos científicos escolares. O ponto de partida é a premissa de que as questões sociocientíficas originalmente desenvolvidas no âmbito CTS (Solomon, 1990, 1993; Aikenhead, 1994; Santos e Mortimer, 2009) são potenciais instrumentos metodológicos, que trazem questões reais e urgentes da sociedade atual, as quais podem ser usadas como ferramentas motivacionais em meio à concepção de ensino e aprendizagem sócio-histórico cultural (Vigotski, 2007, 2009) para a busca da apropriação do conhecimento científico escolar. Outro aspecto a ser considerado, é o fato de o ensino de Química guardar sob sua tutela aspectos invisíveis ao olho humano, e portanto repleto de modelagens, teorias e conceitos, que buscam explicar os fenômenos naturais sob o viés do comportamento da matéria. Dessa forma, questiona-se as potencialidades e limitações de questões sociais promoverem apropriação do conteúdo científico escolar dessa natureza como apoio para tomadas de decisões.

A partir destas reflexões objetivamos discutir neste trabalho a seguinte questão: de que maneira uma questão social pode favorecer a apropriação de conceitos científicos escolares que estão em nível submicroscópico por parte de licenciandos em Educação do Campo?

Para concretizar esta discussão, uma Atividade de ensino e aprendizagem foi elaborada, aplicada, e os resultados desta aplicação foram analisados e discutidos no presente trabalho.

MARCO TEÓRICO

Concordamos com Sadler e colaboradores (2006) quando definem as QSC como questões polêmicas reais que contextualizam conteúdos tradicionais às considerações éticas, morais e valorativas dos temas sociais, o que nos leva a expectativas de aprendizagem para além dos conteúdos disciplinares e a expectativas quanto ao interesse dos alunos em buscar o entendimento dos conhecimentos científicos específicos, a fim de entender o problema real como um todo, de forma a efetivar um pensamento crítico, com vistas a uma formação humanística. No entanto, estes processos não ocorrem automaticamente e individualmente, em um processo fragmentado ou desprovido dos aspectos teóricos.

Para buscar estas expectativas, concordamos que o processo de ensino e aprendizagem deve ser considerado como um processo humano, ou seja, produzido sócio-histórico e culturalmente dentro dos motivos, ações e operações de uma Atividade que promova acesso aos conhecimentos historicamente produzidos pela humanidade, em que o aluno se reconheça como sujeito ativo, co-autor de seu desenvolvimento. Concepção da Teoria Sócio-Histórico-Cultural da Atividade (Vigotski, 2007, 2009; Leontiev, 1978, 1983).

Dentro desta perspectiva, a linguagem se configura como um dos possíveis instrumentos mediadores no processo de produção de conhecimento humano, junto ao qual se encontra o processo de ensino e aprendizagem (Vigotski, 2007). No mesmo sentido a linguagem é compreendida como a materialidade do pensamento, e as interações discursivas no âmbito da sala de aula podem ser compreendidas como aspectos contínuos da cadeia comunicativa, que é infinita por configurar o discurso enquanto palavra (Bakhtin, 2006). Assim, a palavra é o ato enunciativo compreendido como materialidade do discurso, sendo ideológico e dialógico. Segundo Bakhtin (2006) “Toda palavra é prenhe de resposta” e se direciona à contrapalavra sendo possível compreendida como arena discursiva. Dessa forma, entendemos a produção textual dos licenciandos como enunciados concretos constitutivos do processo dialógico e do posicionamento do sujeito no contexto da disputa ideológica. Assim, a análise textual discursiva permite caracterizar significados e sentidos¹ próprios do contexto de enunciação aqui delineado.

Importante salientar a especificidade da realidade dos sujeitos da pesquisa. A Educação do Campo no Brasil, seu histórico, trajetórias e características são oriundas de esforços de movimentos sociais ligados à terra que reivindicaram seu direito à formação universitária pública e de qualidade. Inúmeros autores se debruçam em estudos sobre os processos educativos e as demandas das comunidades camponesas de nosso país (Silva, Kato e Ovigli, 2016; Arroyo, 2007; Britto, 2013). Neste contexto a Educação deve ser pensada pela comunidade que ali vive, sendo vistos como sujeitos históricos com demandas específicas. A escola nesse caso deve ser organizada a partir da realidade local sendo uma Educação “do” Campo e não “para” o Campo (Caldart, 2009). Assim, considerando a realidade política e social das populações do campo devem questionar-se sobre qual escola requerem; sobre quais caminhos o acesso ao conhecimento científico pode ser apropriado sem desconsiderar a cultura das comunidades do Campo. Diante deste quadro hipotetizamos sobre a possibilidade de articulação entre os saberes populares camponeses e o conhecimento químico escolarizado a partir da perspectiva sócio-histórico-cultural da Atividade com as QSCs como parte de seus instrumentos metodológicos, da linguagem e do pensamento, para identificar a apropriação dos conceitos submicroscópicos da química.

1. Segundo Bakhtin (2006) a significação propicia o estabelecimento do tema e este propicia a produção dos sentidos.

METODOLOGIA

Os procedimentos da pesquisa estão organizados em três etapas distintas: a primeira etapa consistiu na elaboração de uma Atividade de ensino-aprendizagem, por dois professores, cuja situação-problema foi considerada uma questão sócio-científica real conhecida por todos os brasileiros em novembro de 2015: o rompimento da barragem da mineradora Samarco. Os conceitos da disciplina de química que pretendiam ser discutidos com os alunos foram estrutura do átomo e sua configuração eletrônica, metais pesados, reatividade, concentração de soluções e toxicidade em organismos vivos e no meio ambiente.

Em síntese o contexto apresentava um impasse entre afirmações fictícias, elaboradas pelos professores, nas quais, de um lado, analistas químicos de uma universidade identificaram grande concentração de metais pesados no rejeito produzido pela mineradora, e de outro, uma resposta elaborada pelos analistas da mineradora, os quais negavam a toxicidade da lama. O principal argumento fictício presente no parecer técnico da mineradora estava pautado na afirmação que “o termo “metal pesado” se deve apenas ao fato de que a configuração eletrônica dos átomos desses metais possui um número atômico elevado, e, conseqüentemente, uma massa atômica elevada”, e como elementos naturais, alguns deles essenciais à vida, como o Ferro e o Cromo, não deveriam agravar os impactos ambientais causados pelo desastre. Dessa forma o enunciado do problema já trazia termos referentes aos conceitos químicos a serem estudados. A partir da contextualização do problema os alunos teriam que buscar nos conceitos químicos envolvidos embasamento para elaborar um posicionamento escrito sobre a afirmação dos analistas da mineradora.

A segunda etapa consistiu na aplicação da Atividade em uma turma do quinto semestre do curso de Licenciatura em Educação do Campo com duração de uma aula de quatro horas. Na introdução da aula foram utilizadas imagens e vídeos que evidenciaram a destruição da vila de Mariana, do Rio Doce, e da mortandade de peixes e outros seres aquáticos, para auxiliar a contextualização do problema e a sensibilizar os alunos. Após esta contextualização, a declaração fictícia da universidade foi apresentada aos alunos, e depois, a declaração da mineradora, bem como a proposta de manifestação e argumentação detalhada por parte dos alunos, em forma de carta.

A terceira etapa consistiu da análise das manifestações discursivas e da produção textual dos licenciandos. A análise textual discursiva (Moraes e Galiuzzi, 2011), qualitativa, propiciou a reflexão sobre as hipóteses que conduziram a investigação e a construção de dados no contexto das práticas discursivas como parte do elo comunicativo e controverso. O contexto social e científico elaborados pelos professores propiciou um “recorte temático” de forma a testar a eficiência do mesmo na mediação das construções abstratas dos conceitos submicroscópicos desejáveis e em sua articulação com os pressupostos da Educação do Campo, em outras palavras, a partir da realidade e do sujeito campesino.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Primeiramente, gostaríamos de pontuar que a base teórica desse trabalho não faz uso do aporte teórico dos estudos sobre mudança conceitual. Partimos da perspectiva sócio-histórico-cultural, na qual é significativa a condição sócio-histórica do sujeito, no caso, o sujeito campesino brasileiro que enfrenta grandes dificuldades no acesso a sua formação escolar (ARROYO, 2007; CALDART, 2009) e chega à universidade com o estigma do distanciamento do conhecimento científico escolar. Dessa forma, focamos a análise na apropriação discursiva desses conceitos, que se manifesta no decorrer da aula, culminando em uma síntese textual elaborada pelos alunos.

Em relação à aplicação da Atividade, inicialmente, ao se depararem com os termos químicos envolvidos nos pareceres da universidade e da mineradora, os alunos esboçaram ou desconhecimento,

ou uma lembrança vaga e/ou dúbia sobre os conceitos químicos e sua simbologia. De acordo com o relato do professor sobre a aula, aparecem falas significativas do não reconhecimento dos códigos da ciência, tais como: Aluno 1 - “Química não dá pra mim, porque esse monte de codigozinhos, $1s^2$, $2s^2$, nunca gostei disso porque eu nunca entendi” – Aluno 2 - “Nossa, isso é um bicho de sete cabeças!”. No entanto, conforme os licenciandos se engajavam na questão social e estudavam sobre os conceitos químicos com o auxílio do professor e de seus pares, passavam a utilizar os termos químicos para validar seus argumentos para a elaboração do texto.

De acordo com as manifestações expressas nos textos dos alunos, foi possível perceber que todos os 17 textos se basearam na configuração eletrônica dos elementos químicos envolvidos no problema como ponto de partida para refutar as afirmações fictícias da mineradora. Exceptuando um dos textos, em todos os demais houve um reconhecimento da relação entre configuração eletrônica e reatividade, bem como desta com a toxicidade parte dos metais envolvidos. Além disso, os termos da disciplina de química, de representação submicroscópica, como átomo(s), elétron(s), íon(s), falta de elétrons, instabilidade dos íons, alta reatividade dos íons, distribuição eletrônica, massa atômica, número de prótons, dentre outros termos, foram apresentados nos textos relacionando-se diretamente com os aspectos sócio-ambientais pertencentes ao contexto real da QSC, como mostram alguns exemplos dos trechos a seguir:

Os metais encontrados pela Universidade, apresentam uma quantidade de elétrons acima do indicado [no parecer da mineradora], e os elementos químicos estão sempre em busca de uma estabilidade [...] isso causa reações no organismo do indivíduo em que estes elementos estão inseridos. Assim podendo causar várias doenças.

O cromo 6, que sofreu perda de 6 íons é altamente reativo, sendo considerado extremamente cancerígeno. A partir desses dados científicos podemos dizer que todos os elementos citados, em níveis elevados, são prejudiciais à saúde e a biodiversidade daquela região, como por exemplo a contaminação do rio, causando a morte dos peixes, acabando com a fonte de renda dos pescadores, e a falta de água potável para se consumir. Os rejeitos da mineradora causou um grande desequilíbrio ecológico e ambiental na região, e que ao passar do tempo os habitantes daquela região possa ter doenças devido ao contato com o meio ambiente que foi atingido pela lama da mineradora. Grifos nossos.

Algumas confusões entre termos químicos grifadas nos trechos mostram as nuances e estranhamentos esperados no início do processo de apropriação dos conceitos envolvidos, o que, de acordo com Vigotski (2009), compõem um movimento dialético de idas e vindas, comparações, assemelhações e diferenciações, reconhecimentos e estranhamentos, conforme os conceitos são utilizados como instrumentos dentro da resolução de uma situação-problema. Entendemos que as manifestações destas nuances, a partir do conceito de zona de desenvolvimento proximal de Vigotski (2007) têm potencial de oportunidade para mediações por parte do professor e dos alunos, promovendo intervenções que contribuam no processo de apropriação dos novos conceitos para os aprendizes envolvidos nas interações sociais de sala de aula, já que as cartas foram lidas para toda a sala de forma a promover socialização e troca de conhecimentos. Isto vale para os demais trechos que apresentem palavras grifadas.

A toxicidade do elemento em função de sua concentração no organismo/ambiente contraposta a sua função como elemento vital ao organismo foi explicitada de várias maneiras, como mostra os trechos a seguir:

Tais elementos químicos são sim fundamentais ao nosso organismo. Mas não de forma excessiva como foi encontrada nos resíduos da lama.

O Cromo, o Ferro, o Chumbo, o Mercúrio são importantes para a saúde, mas em quantidades menores e exatas.

[...] vocês [Samarco] fizeram com que a biología fosse afetada, porque a vida não tolera grandes concentrações desses elementos.

A afirmação [da Samarco] de que o ferro e o crômio são necessários à vida também não procede porque estes em excesso são prejudiciais à saúde.

Estudando o parecer enviado pela Samarco as famílias de Bento Rodrigues, declaramos o nosso posicionamento em relação à configuração eletrônica dos átomos do Ferro (Fe^{2+}) e Cromo/Crômio 6 (Cr^{6+}), que são altamente reativos e piores que os metais pesados.

Houve a percepção, por parte de alguns alunos, que o fator determinante para que alguns elementos, como o Ferro, sejam considerados metais pesados está mais em função de sua concentração no ambiente do que de sua reatividade, como era esperado. Outros alunos ligaram a toxicidade do Ferro mais diretamente a sua reatividade, gerando contradições entre os argumentos dos alunos. Segundo Engeström (2001) contradições tem o potencial de desencadear novas Atividades de ensino e aprendizagem, que neste caso, poderia ser um aprofundamento na discussão sobre os fatores que influenciam na classificação de um elemento como metal pesado, bem como o peso desses fatores para cada elemento. Configurando assim, como já mencionado com Vigotski (2007), novas oportunidades para socializações de conhecimento, intervenções e mediações entre os sujeitos envolvidos. O mesmo se aplica para o caso em que Chumbo, Mercúrio e o Cromo sem a especificação do número de oxidação, são considerados importantes para saúde em mesmo nível de comparação do Ferro.

Alguns textos trouxeram outros conceitos químicos para além daqueles levantados nos pareceres fictícios:

[...] a presença desses metais na lama do acidente trouxe um desequilíbrio sócio-ambiental no local, alterando o pH do solo pelo processo de oxidação [...] levando à crise hídrica, diminuição da fauna e flora.

Este grupo mostra que os estudos ultrapassaram a proposta da aula e abrem possibilidade para a incorporação de mais conceitos químicos (novos objetos de estudo) à discussão da aula, ou desencadear uma nova aula, com novas Atividades de ensino e aprendizagem. De acordo com Bakhtin (2006) a atribuição de significados e sentidos à atividade enunciativa estabelece-se a partir do contexto extraverbal, ou seja, há a necessidade da percepção do contexto em que os interlocutores estão imersos para que a palavra (enquanto discurso) evidencie-se como arena de disputa.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Consideramos os resultados alcançados com os alunos um avanço em nossos esforços de pesquisa em relação à questão sobre como uma questão social real pode contribuir para o processo de apropriação de conceitos da química pertencentes ao nível submicroscópico, na medida em que pudemos observar nos textos dos alunos a incorporação destes conceitos nos argumentos de caráter social. Reconhecemos que as principais contribuições para estes resultados estão na preparação da situação-problema central da Atividade de ensino e aprendizagem, no momento em que um fenômeno químico é focalizado dentro da QSC e os conceitos químicos dos quais queremos promover a apropriação tenham termos que os representem no texto do problema, para que, mesmo ainda desconhecidos pelos alunos, tenham a motivação do contexto controverso da situação-problema gerando a necessidade de buscar seu entendimento.

Torna-se válido salientar que a apropriação dos conceitos submicroscópicos de que estamos falando neste trabalho não se refere a uma apropriação em sua totalidade, de maneira a estar pronta e acabada apenas nestas aulas. Estas aulas mostram apenas uma pequena parte do processo de apropriação dos conceitos referidos, já que a própria situação de aprendizagem apontou equívocos, contradições, possibilidades de investigação de novos objetos de estudo, conceitos os quais tem o potencial para serem mais complexificados em situações futuras, na medida em que tomam contato com mais contextos em novas atividades de praxis, como discutem Camillo e Mattos (2014).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AIKENHEAD, G. (1994). What is STS science teaching? In: Solomon, J; Aikenhead, G. *STS education: international perspectives and reform*. New York: Teachers College Press, 47-59.
- ARROYO, M. G. (2007) Políticas de formação de educadores (as) de campo. *Cadernos Cedes*, Campinas, 27(72), 157-176.
- BAKHTIN, M. M.; VOLOSHINOV, V. N. (2006). *Marxismo e filosofia da linguagem*. 12. ed. Tradução de Michel Lahud e Yara Frateschi Vieira. São Paulo: Hucitec.
- BRITTO, N. S. (2013). Prática docente em Ciências da Natureza na Educação do Campo – Desafios, Diálogos, Reflexões e Ações Educativas. In: Duso, L.; Hoffmann, M. B. (Orgs.). *Docência em Ciências e Biologia: propostas para um continuado (re)iniciar*. Ijuí: Ed. Unijuí, 320p.
- CAMILLO, J. MATTOS, C. (2014). Educação em ciências e a teoria da atividade cultural-histórica: contribuições para a reflexão sobre tensões na prática educativa. *Revista Ensaio*. Belo Horizonte, 16(1), 211-230. DOI: 10.1590/1983-21172014160113
- CALDART, R.S. (2009). Educação do Campo: Notas para uma análise de percurso. *Trabalho, Educação e Saúde*, 7(1), s.p. Rio de Janeiro: Oswaldo Cruz, Escola Politécnica de Saúde Joaquim Venâncio. DOI: 10.1590/S1981-77462009000100003
- ENGESTRÖM, Y. (2001). Expansive Learning at Work: Toward an activity theoretical reconceptualization, *Journal of Education and Work*, 14(1), 133-156. DOI: 10.1080/13639080020028747
- LEONTIEV, A. N. (1978). *O desenvolvimento do psiquismo*. São Paulo: Moraes.
- (1983). *Actividad, conciencia, personalidad*. 2 ed. Havana: Pueblo y Educacion.
- MORAES, R; GALIAZZI, M. C. (2011). *Análise Textual Discursiva*. Ijuí: Editora Unijuí.
- SADLER, T. D.; AMIRSHOKOOHI, A.; KAZEMPOUR, M.; ALLSPAW, K. M. (2006). Socioscience and Ethics in Science Classrooms: Teacher Perspectives and Strategies. *Journal of Research in Science Teaching*, 43, 353-376. DOI: 10.1002/tea.20142
- SANTOS, W. L. P.; MORTIMER, E. F. (2009). Abordagem de aspectos sociocientíficos em aulas de ciências: possibilidades e limitações. *Investigações em Ensino de Ciências*, 14(2), 191-198. ISSN: 1518-8795
- SILVA, D.K.; KATO, D.S.; OVIGLI, D.B. (2016). A controvérsia agroecológica no processo de investigação temática para professores do campo: relato de uma experiência na disciplina de ecologia. *I seminário internacional de educação do campo- Uberlândia/MG*. Universidade Federal de Uberlândia, 2016.
- SOLOMON, J. (1990). The Discussion of social issues in the science classroom. *Studies in Science Education*, 18(1), 105-126. DOI: 10.1080/03057269008559983
- (1993). *Teaching science, technology and society*. Buckingham: Open University Press.
- Vigotski, L. S. (2007). *A formação social da mente*. São Paulo: Martins Fontes.
- (2009). *A construção do pensamento e da linguagem*. 2 ed. São Paulo: Martins Fontes.